

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ КРИТЕРИЕВ ОПТИМАЛЬНОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧАСТОТНЫХ КАНАЛОВ В MESH-СЕТИ IEEE 802.11

Проведен сравнительный анализ критериев оптимальности, используемых при решении задачи распределения неперекрывающихся частотных каналов. При анализе были использованы критерии оптимальности, направленные на увеличение производительности mesh-сети в целом, путем минимизации верхнего динамически управляемого порога числа mesh-станций в создаваемых доменах коллизий и минимизации суммы квадратичных форм от числа станций, формирующих домены коллизий. Проведено аналитическое моделирование задачи распределения частотных каналов в mesh-сети с использованием двух критериев оптимальности при анализе результатов которого установлено, что использование критерия оптимальности, направленного на минимизацию суммы квадратов количества станций, формирующих домены коллизий, способствует обеспечению максимальной производительности mesh-сети в целом и каждого домена коллизий в отдельности при решении задачи распределения неперекрывающихся частотных каналов.

Ключевые слова: математическая модель, mesh-сеть, распределение каналов, критерий оптимальности, домен коллизий, производительность.

Введение

На сегодняшний день постоянная модернизация протоколов, проводимая в семействе стандартов IEEE 802.11, направлена на повышение производительности беспроводных локальных сетей доступа (Wireless Local Area Networks, WLAN). При этом ведутся активные действия по разработке и внедрению нового стандарта IEEE 802.11ac для построения WLAN. Существенный прирост производительности сетей IEEE 802.11ac достигается за счет объединения каналов, повышения эффективности модуляции и многопользовательских соединений (Multi-User MIMO).

Наряду с внедрением новых стандартов в технологию WLAN повышение производительности можно добиться использованием многошаговых (multi-hop) беспроводных mesh-сетей (Wireless Mesh Networks, WMN) стандарта IEEE 802.11. Одним из эффективных путей повышения производительности mesh-сети стандарта IEEE 802.11 является использование многоканального (Multi-Channel, MC) многоинтерфейсного (Multi-Radio, MR) режима работы. При этом производительность MR-MC WMN стандарта IEEE 802.11 во многом зависит от используемого механизма распределения неперекрывающихся частотных каналов (ЧК) [1-4].

На сегодняшний день существует достаточно широкий спектр подходов, позволяющих произвести распределение ЧК в многоканальных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11. Доказательством тому служит классификация существующих методов распределения ЧК в беспроводных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11, приведенная в работе [2]. Необходимо констатировать, что адекватность и эффективность решения задачи распределения ЧК с использованием того или иного метода очень часто определяется математической моделью, положенной в его основу. В работах [1-3] были сформулированы требования к структуре и содержанию математической модели распределения ЧК в многоканальных mesh-сетях: обеспечение динамического характера решений задачи распределения ЧК; учет типа и характера циркулирующего в mesh-сети трафика; учет неоднородности современных mesh-сетей ввиду использования оборудования различных модификаций, серий и фирм-производителей; ориентация решений на максимизацию производительности mesh-сети в целом; обеспечение согласованности решений по распределению ЧК для всех станций mesh-сети.

Важно понимать, что эффективность технологического решения задачи распределения ЧК каналов в многоканальных mesh-сетях во многом определяется полнотой учета требований при построении и функционировании mesh-сети,

описываемой математической моделью. Результатом неполного их учета в математическом описании в большинстве случаев является усложнение реализуемого протокола. В конечном итоге, исходя из вышеприведенных требований, используемая модель должна обеспечивать [1-3]: одновременное и согласованное решение задач кластеризации, выделения РИ на mesh-станциях и закрепление за ними неперекрывающихся ЧК; учет технологических особенностей сети, таких как дальность связи, интенсивность поступления в сеть абонентского трафика, количество используемых неперекрывающихся ЧК, количество поддерживаемых РИ на станциях mesh-сети и т.п.; обеспечение отсутствия эффекта «скрытой станции»; учет территориальной удаленности mesh-станций, их активности, мощности, и т.д.

В работе [3] была представлена модель распределения ЧК в MR-MC WMN, в которой произведен наиболее полный учет вышеприведенных требований и которая будет использована в статье в качестве базовой. Критерий оптимальности, сформулированный в рамках модели, направлен на минимизацию верхнего динамического порога количества станций, участвующих в формировании одного домена коллизий. Такой подход позволяет формировать






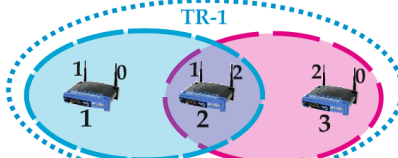
домены коллизий, сбалансированные друг относительно друга по числу станций. Однако такой использование указанного критерия оптимальности не всегда позволяет произвести минимизацию количества станций во всех создаваемых доменах коллизий. В результате этого в работе проведен сравнительный анализ, с целью выбора критерия оптимальности, направленного на повышение производительности mesh-сети в целом путем минимизации количества станций, входящих в состав каждого отдельного домена коллизий.

Математическая модель распределения частотных каналов в многоканальной mesh-сети

В рамках данной работы, как и ранее в работах [1-10], будет использовано понятие зоны устойчивого приема (Transmission Range, TR), образующейся множеством mesh-станций максимальной мощности, которые могут обмениваться информацией (пакетами) с использованием выбранной в mesh-сети технологии беспроводной связи. В математической модели распределения ЧК в MR-MC WMN [3] использован ряд условных обозначений (табл. 1), позволяющих графически отобразить элементы mesh-сети.

Таблица 1

Пример условных обозначений элементов mesh-сети

Условное обозначение	Описание
	Mesh-станция №2 использует один радиointерфейс (РИ), которому выделен третий ЧК.
	Mesh-станция №3 использует два РИ: первому РИ выделен второй ЧК, а второй РИ не используется.
	Mesh-станция №1 использует три РИ: первый РИ работает на втором ЧК, второй – на первом ЧК, а третий – на третьем ЧК.
	Mesh-станции №1 и №2 находятся в первой зоне устойчивого приема (TR-1), а mesh-станции №2 и №3 находятся во второй зоне устойчивого приема (TR-2), т.е. mesh-станции №1 и №3 не могут производить обмен данными непосредственно друг с другом.
	Mesh-станции №1, №2 и №3 находятся в одной зоне устойчивого приема (TR-1) и образуют один домен коллизий, работая друг с другом на первом ЧК.
	Mesh-станции №1, №2 и №3 находятся в одной зоне устойчивого приема (TR-1). Mesh-станции №1 и №2 образуют один домен коллизий, работая друг с другом на первом ЧК, а mesh-станции №2 и №3 образуют второй домен коллизий, работая друг с другом на втором ЧК.

Для решения задачи распределения неперекрывающихся ЧК в модели использованы следующие исходные данные:

$\{R_n, n = \overline{1, N}\}$ – множество mesh-станций, где N – их общее количество в mesh-сети;

K – общее количество неперекрывающихся ЧК, используемых в mesh-сети (в технологии IEEE 802.11b/g доступно $3 \div 4$ неперекрывающихся ЧК, в технологии IEEE 802.11a – 12 неперекрывающихся ЧК, в технологии IEEE 802.11ac – 19 неперекрывающихся ЧК);

$\{G_z, z = \overline{1, Z}\}$ – множество зон устойчивого приема, где Z – общее количество зон устойчивого приема в mesh-сети, $|G_z|$ – мощность z -го подмножества, т.е. число mesh-станций, входящих в состав z -й TR;

m_n^* – целочисленный параметр, характеризующий минимально необходимое число включенных РИ на n -й mesh-станции. Как правило, данный параметр равен единице;

m_n – число поддерживаемых РИ на n -й mesh-станции, которое, как правило, равно $1 \div 3$.

В математической модели использовано понятие матрицы зон устойчивого приема или TR-матрицы, позволяющей производить учет территориальной удаленности mesh-станций в сети. TR-матрица является прямоугольной, количество строк которой соответствует числу зон устойчивого приема Z , а число столбцов соответствует общему числу mesh-станций N в сети, и имеет вид

$$D = \|d_{z,n}\| \quad (z = \overline{1, Z}; n = \overline{1, N}),$$

$$\text{где } d_{z,n} = \begin{cases} 1, & \text{если } n\text{-я станция принадлежит} \\ & z\text{-й TR;} \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

На рис. 1 приведен пример mesh-сети с указанием числа зон устойчивого приема ($Z = 3$).

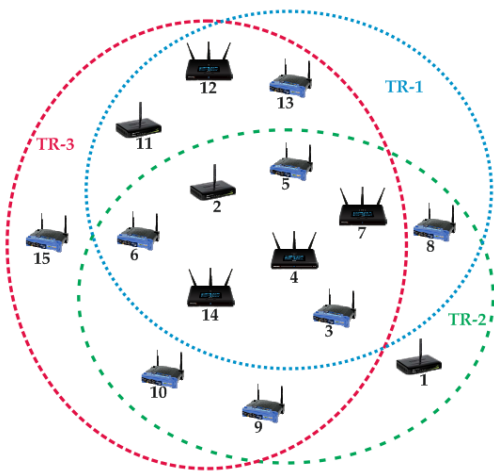


Рис. 1. Пример mesh-сети с указанием зон устойчивого приема при $Z = 3$ и $N = 15$

Mesh-сети, приведенной на рис. 1, соответствует следующая TR-матрица:

$$D = \begin{vmatrix} 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{vmatrix}.$$

В рамках модели, предложенной в [3], в ходе решения задачи распределения ЧК между mesh-станциями сети производится расчет булевой управляющей переменной:

$$x_{n,k} \in \{0,1\} \quad (n = \overline{1, N}; k = \overline{1, K}), \quad (1)$$

$$\text{где } x_{n,k} = \begin{cases} 0, & \text{если } n\text{-я станция не работает на} \\ & k\text{-ом ЧК;} \\ 1, & \text{если } k\text{-й ЧК на } n\text{-ой mesh-} \\ & \text{станции закреплен за одним из РИ.} \end{cases}$$

Результатом расчета управляющих переменных (1) является разбиение mesh-сети в целом и каждой зоны устойчивого приема в отдельности на связанные между собой домены коллизий, в рамках которых станции работают на одном и том же ЧК. В связи с этим при расчете искомым переменных $x_{n,k}$ в каждой отдельно взятой зоне устойчивого приема G_z необходимо выполнить ряд важных условий ограничений:

1. Условие включения n -й mesh-станции в сеть:

$$\sum_{k=1}^K x_{n,k} \geq m_n^* \quad (n = \overline{1, N}), \quad (2)$$

где $1 \leq m_n^* \leq m_n$, $\sum_{k=1}^K x_{n,k}$ – количество ЧК, закрепленных за радиоинтерфейсами одной mesh-станции.

2. Условие выделения n -й mesh-станции количества ЧК, не превышающего количества ее РИ:

$$\sum_{k=1}^K x_{n,k} \leq m_n \quad (n = \overline{1, N}). \quad (3)$$

3. Условие работы двух mesh-станций друг с другом (в рамках одной зоны устойчивого приема) не более чем на одном ЧК:

$$\sum_{k=1}^K (x_{n,k} x_{s,k}) \leq 1 \quad (\text{для } (n,s)\text{-пары станций}), \quad (4)$$

при $n, s = \overline{1, N}; n, s \in G_z; z = \overline{1, Z}$, которое вводится для устранения нежелательной структурной избыточности.

4. Условие того, что произвольная mesh-станция на используемом ею ЧК работает хотя бы с одной mesh-станцией своей TR:

$$x_{n,k} \leq \sum_{\substack{s=1 \\ s \neq n}}^N x_{s,k} \quad (n, s \in G_z; z = \overline{1, Z}; k = \overline{1, K}), \quad (5)$$

где $\sum_{\substack{s=1 \\ s \neq n}}^N x_{s,k}$ – число mesh-станций в зоне

устойчивого приема G_z (без учета анализируемой mesh-станции), которые работают на k -м ЧК.

5. Условие связности mesh-сети (доменов коллизий) в каждой зоне устойчивого приема:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N x_{n,k} \geq |G_z| + K - 1 - b \quad (z = \overline{1, Z}; n \in G_z), \quad (6)$$

при условии, что:

$$b = \begin{cases} K - N, & \text{если } K > \text{INT}\left(\left[\sum_{n=1}^N m_n\right]/2\right); \\ 0, & \text{в противном случае.} \end{cases}$$

Выражение $\text{INT}\left(\left[\sum_{n=1}^N m_n\right]/2\right)$ в условии-

ограничении (6) определяет максимальное число неперекрывающихся ЧК, которые могут быть включены на РИ станций mesh-сети.

Выполнение условия (6) гарантирует, что количество используемых ЧК в z -й зоне устойчивого приема может быть распределено между РИ mesh-станций, входящих в ее состав.

6. Условие отсутствия эффекта «скрытой станции», т.е. mesh-станция, которая принадлежит одновременно нескольким зонам устойчивого приема, не должна работать на одном и том же ЧК с mesh-станциями различных зон устойчивого приема:

$$d_{z,n} d_{q,n} x_{n,k} \sum_{\substack{s \in G_z \\ s \notin G_q}} x_{s,k} \sum_{\substack{r \in G_q \\ r \notin G_z}} x_{r,k} = 0, \quad (7)$$

при условии, что $n = \overline{1, N}$; $k = \overline{1, K}$; $z, q = \overline{1, Z}$; $z \neq q$; $n \neq s \neq r$.

7. Условие работы одной из множества mesh-станций, находящихся на пересечении нескольких зон устойчивого приема и использующих не менее двух ЧК, с mesh-станциями разных зон устойчивого приема:

$$\begin{cases} d_{z,n} d_{q,n} x_{n,k} x_{n,h} \left(\sum_{s=1}^N (d_{z,s} x_{s,k}) + \sum_{s=1}^N (d_{z,s} x_{s,h}) \right) \\ \times \left(\sum_{r=1}^N (d_{q,r} x_{r,k}) + \sum_{r=1}^N (d_{q,r} x_{r,h}) \right) > 0; \\ d_{z,s} d_{q,s} = 0; \\ d_{z,r} d_{q,r} = 0; \end{cases} \quad (8)$$

при условии, что $k, h = \overline{1, K}$; $k \neq h$; $z \neq q$; $n \neq s \neq r$. Например, выполнение условия $d_{z,s} \cdot d_{q,s} = 0$ означает то, что станция s не находится на пересечении зон устойчивого приема G_z и G_q .

8. Условие работы хотя бы одной из множества mesh-станций, находящихся на пересечении нескольких зон устойчивого приема, более чем на одном ЧК:

$$\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (d_{z,n} d_{q,n} x_{n,k}) \geq \sum_{n=1}^N (d_{z,n} d_{q,n}) + 1, \quad (9)$$

при $z, q = \overline{1, Z}$; $z \neq q$, где $\sum_{k=1}^K \sum_{n=1}^N (d_{z,n} d_{q,n} x_{n,k})$ –

число включенных РИ на mesh-станциях, которые находятся на пересечении зон устойчивого приема

G_z и G_q ; $\sum_{n=1}^N (d_{z,n} d_{q,n})$ – число mesh-станций,

находящихся на пересечении зон устойчивого приема G_z и G_q .

Выполнение условия (9) совместно с (6)-(8) гарантирует, что число включенных РИ с учетом числа mesh-станций и поддерживаемых в технологии беспроводной связи неперекрывающихся ЧК обеспечит связность многоканальной mesh-сети.

В многоканальной mesh-сети решение задачи распределения ЧК должно обеспечивать минимум или максимум предварительно выбранного критерия соответствия физике решаемой задачи с возможностью получения практически реализуемых решений. В результате этого расчет искомых управляющих переменных (1) целесообразно производить в ходе решения оптимизационной задачи при выполнении условий-ограничений (2)-(9).

При выборе критерия оптимальности необходимо, например, обеспечить минимизацию уровня интерференции, повышение уровня связности mesh-сети и устранение эффекта «скрытой» станции [1-3, 6, 7, 10]. В работах [2-4, 7, 10] предложен подход по повышению общей производительности беспроводной mesh-сети, ориентированный на балансировку числа mesh-станций по создаваемым доменам коллизий в зависимости от территориальной удаленности и количества зон устойчивого приема. В работах [2-4, 7, 10] в рамках данного подхода использован верхний динамически управляемый порог α числа mesh-станций в произвольно выбранном домене коллизий многоканальной mesh-сети. Использование данного подхода сопровождается введением дополнительного ограничения на максимальный размер создаваемого домена коллизий и может быть представлено в виде:

$$\sum_{n=1}^N (d_{z,n} x_{n,k}) \leq \alpha \quad (10)$$

для каждой (z, k) -пары, при $z = \overline{1, Z}$; $k = \overline{1, K}$, где в левой части неравенства представлено число mesh-станций в z -й TR, работающих на k -м ЧК.

В результате этого в рамках математической модели (1)-(10) решение оптимизационной задачи может производиться с использованием следующего критерия [3]:

$$\min_{x, \alpha} \alpha. \quad (11)$$

Задача, сформулированная с использованием условия (10), с точки зрения физики процессов, протекающих в многоканальных mesh-сетях, относится к классу задач балансировки сетевых (частотных) ресурсов.

В результате решения задачи распределения ЧК с использованием критерия оптимальности (11) вся mesh-сеть разбивалась на несколько доменов коллизий, т.е. подсетей, в рамках которых все mesh-станции работают на одном и том же ЧК. При этом число доменов коллизий, формируемых в рамках одной TR, ограничивается количеством неперекрывающихся ЧК. С целью сравнительного анализа в работе было проведено аналитическое моделирование задачи распределения неперекрывающихся ЧК для двух примеров mesh-сетей. В качестве первого примера выступала однородная mesh-сеть, т.е. сеть, в которой количество станций в зонах устойчивого приема сбалансировано относительно друг друга (рис. 2). В качестве второго примера была использована неоднородная mesh-сеть в которой количество станций в разных зонах устойчивого приема значительно отличается (рис. 3).

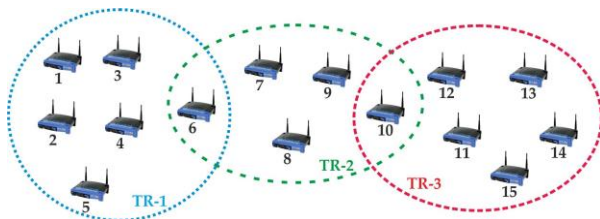


Рис. 2. Пример возможной конфигурации однородной mesh-сети

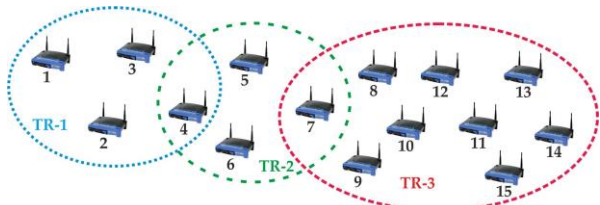


Рис. 3. Пример возможной конфигурации неоднородной mesh-сети

Результаты аналитического моделирования задачи распределения четырех неперекрывающихся частотных каналов, с использованием критерия

оптимальности (11), приведены на рис. 4 (для однородной mesh-сети) и рис. 5 (для неоднородной mesh-сети). В результате решения задачи распределения четырех ЧК между станциями однородной mesh-сети с использованием критерия оптимальности (11) (рис. 4) формировалось восемь доменов коллизий, количество станций в которых были минимально и не превышало трех станций.

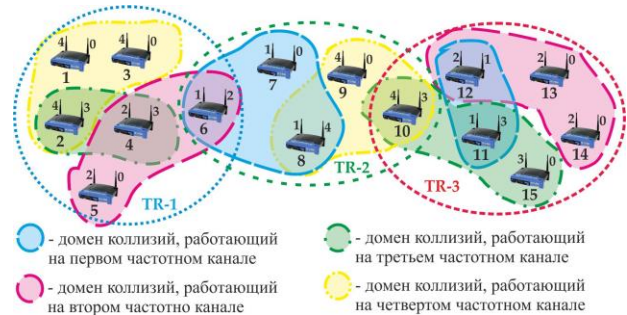


Рис. 4. Пример решения задачи распределения ЧК, с использованием критерия оптимальности (11), для однородной mesh-сети

Несколько иная ситуация наблюдалась при использовании критерия (11) в ходе распределения неперекрывающихся ЧК для неоднородной mesh-сети. Как показано на рис. 5 каждый из вариантов решения обеспечивает одно и тоже минимальное значение критерия (11), равное $\alpha=4$. При этом численное значение α для WMN в целом определялось минимальным числом mesh-станций, работающих на первом ЧК, в домене коллизий TR-3. Однако в других TR число доменов коллизий для одного и того же значения $\alpha=4$ может существенно изменяться. Так, например, на рис. 5 а в рамках TR-1 и TR-2 организуется одноканальный режим работы всех входящих в них станций, соответственно на первом и втором неперекрывающихся ЧК, что негативно сказывается на производительности этих фрагментов WMN. На рис. 5 б и рис. 5 в показаны варианты распределения неперекрывающихся ЧК с тем же значением $\alpha=4$, но mesh-станции, находящиеся в TR-1 и TR-2 работали соответственно уже в двухканальном и трехканальном режиме. Это привело к уменьшению станционного размера доменов коллизий TR-1 и TR-2 до 2-3 станций, что, несомненно, положительно сказывается на производительности данных фрагментов WMN и качестве обслуживания в mesh-сети в целом.

Таким образом, использование критерия (11) для неоднородных конфигураций mesh-сети, как показано на рис. 5, может привести к получению не всегда однозначных решений с точки зрения результирующей производительности. Поэтому возникла необходимость в пересмотре критерия оптимальности распределения неперекрывающихся

ЧК. В этой связи в данной работе предлагается к использованию следующий критерий оптимальности:

$$\min \sum_{z=1}^Z \sum_{k=1}^K \left[\sum_{n=1}^N x_{n,k} d_{n,z} \right]^2, \quad (12)$$

выполнение которого гарантирует минимизацию суммы квадратичных форм от числа станций, формирующих домены коллизий в рамках той или иной TR.

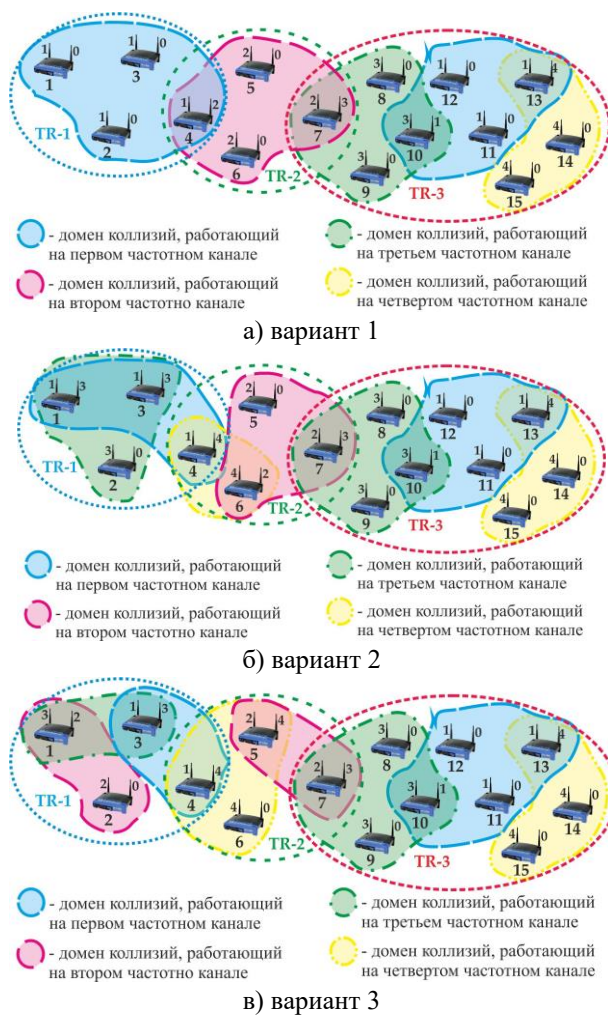


Рис. 5. Пример решения задачи распределения ЧК, с использованием критерия оптимальности (11), для неоднородной mesh-сети

В ходе исследований установлено, что применение критерия (12) устраняет присущий критерию (11) недостаток и обеспечивает наиболее эффективную балансировку числа mesh-станций по доменам коллизий, в том числе для случая неоднородных конфигураций WMN. В рамках рассмотренного примера (рис. 5) использование критерия (12) совместно с условиями (1)-(9) позволяло однозначно получить наиболее эффективный с точки зрения производительности вариант решения (рис. 5 в).

Выводы

В статье проведено аналитическое моделирование задачи распределения неперекрывающихся ЧК с использованием критерия оптимальности (11), предложенным в [3]. В результате анализа результатов моделирования установлено, использование использования критерия (11) для неоднородных конфигураций mesh-сети, как показано на рис. 5, может привести к получению не всегда однозначных решений с точки зрения результирующей производительности. В этой связи в работе предлагается к использованию критерий оптимальности (12) выполнение которого гарантирует минимизацию суммы квадратичных форм от числа станций, формирующих домены коллизий в рамках той или иной TR. В ходе исследований установлено, что применение критерия (12) устраняет присущий критерию (11) недостаток и обеспечивает наиболее эффективную балансировку числа mesh-станций по доменам коллизий, в том числе для случая неоднородных конфигураций WMN.

Список литературы

1. Лемешко А.В., Гаркуша С.В. Классификация методов распределения частотных каналов в многоинтерфейсных многоканальных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс] // Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – № 2 (4). – С. 139 – 149. – Режим доступа до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/2/1/12_lemeshko_classification.pdf.
2. Лемешко А.В., Гоголева М.А. Модель структурной самоорганизации многоканальной mesh-сети стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс] // Проблемы телекоммуникаций. – 2010. – № 1 (1). – С. 83–95. – Режим доступа к журн.: http://pt.journal.kh.ua/2010/1/1/101_lemeshko_mesh.pdf.
3. Гаркуша С.В. Разработка и анализ двухиндексной модели распределения частотных каналов в многоканальной mesh-сети стандарта IEEE 802.11 [Электронный ресурс] // Проблемы телекоммуникаций. – 2011. – № 3 (5). – С. 38 – 57. – Режим доступа до журн.: http://pt.journal.kh.ua/2011/3/1/113_garkusha_mesh.pdf.
4. Гаркуша С.В. Анализ результатов распределения частотных каналов в многоканальных многоинтерфейсных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11 // Цифрові технології: Зб. наукових праць. – 2011. – Вып. 10. – С. 27-42.
5. Гоголева М.А., Гаркуша С.В., Ахмед Х. Абед. Экспериментальное исследование математической модели распределения каналов в многоканальных mesh-сетях стандарта IEEE 802.11 // Радиотехника: Всеукр. межвед. науч.-техн. сб. – 2010. – Вып. 163. – С. 99-107.
6. Лемешко А.В., Гоголева М.А. Трехиндексная математическая модель распределения частотных каналов в многоканальных mesh-сетях // Збірник наукових праць «Моделювання та інформаційні технології». – Київ, 2009. – №54. – С. 94 – 103.

7. Gogolieva M., Garkusha S., Abed A.H. A mathematical model of channel distribution in multichannel mesh networks 802.11 // 11th International Conference The Experience of Designing and Application, CAD Systems in Microelectronics (CADSM). – 2011. – P. 71–73.

8. Гаркуша С.В. Analysis the Results of Frequency Planning in Mesh Networking Standard IEEE 802.11 // Матеріали XI Міжнародної конференції «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії» (TCSET'2012): – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2012. – С. 285-286.

9. Гаркуша С.В., Євдокименко М.О. Classification and Analysis of Methods of the Distribution Channels in Multichannel Mesh Networks IEEE 802.11 // Матеріали XI Міжнародної конференції «Сучасні проблеми радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії» (TCSET'2012): – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2012. – С. 273-274.

10. Лемешко О.В., Гаркуша С.В., Ахмед Х. Абед Two-index Mathematical Model of channels Distribution in Multichannel Mesh Networks 802.11 // Матеріали XI Міжнародної конференції «Сучасні проблеми

радіоелектроніки, телекомунікацій, комп'ютерної інженерії» (TCSET'2012): – Львів: Видавництво Львівської Політехніки, 2012. – С. 279-280.

Поступила в редколлегию

Рецензент: д.т.н., проф. Лемешко А.В., Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков.

Авторы: ГАРКУША Сергей Владимирович

Харьковский национальный университет радиоэлектроники, Харьков, кандидат технических наук, доцент, докторант кафедры телекоммуникационных систем.

Роб. тел. – (057) 702-55-92, дом. тел. – (0532) 569-769, E-mail – sv.garkusha@mail.ru.

ГАРКУША Елена Владимировна

Полтавский университет экономики и торговли, Полтава, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры документооборота и информационной деятельности в экономических системах.

Роб. тел. – (05322) 2-16-71, E-mail – av.garkusha@mail.ru.

Порівняльний аналіз критеріїв оптимальності розподілу частотних каналів у mesh-мережі IEEE 802.11

С.В. Гаркуша, О.В. Гаркуша

Проведено порівняльний аналіз критеріїв оптимальності, що використовуються при вирішенні задачі розподілу частотних каналів, що не перекриваються. При аналізі були використані критерії оптимальності, спрямовані на збільшення продуктивності mesh-мережі в цілому, шляхом мінімізації верхнього динамічно управляємої межі числа mesh-станцій у створюваних доменах колізій і мінімізації суми квадратичних форм від числа станцій, що формують домени колізій. Проведено аналітичне моделювання задачі розподілу частотних каналів у mesh-мережі з використанням двох критеріїв оптимальності при аналізі результатів якого встановлено, що використання критерію оптимальності, спрямованого на мінімізацію суми квадратичних форм від числа станцій, що формують домени колізій, сприяє забезпеченню максимальної продуктивності mesh-мережі в цілому і кожного домену колізій окремо при вирішенні задачі розподілу частотних каналів, що не перекриваються.

Ключові слова математична модель, mesh-мережа, розподіл каналів, критерії оптимальності, домен колізій, продуктивність.

Comparative analysis of criteria optimal distribution of frequency channels in mesh-network IEEE 802.11

S.V. Garkusha, O.V. Garkusha

A comparative analysis of the optimality criteria used in solving the problem of distribution of non-overlapping frequency channels. In the analysis of optimality criteria were used to increase the performance mesh-network as a whole, by minimizing the upper threshold number dynamically managed mesh-stations in domains created conflicts and minimizing the sum of quadratic forms on the number of stations forming collision domains. The analytical modeling of the distribution of frequency channels in mesh-network using two optimality criteria when analyzing the results of which found that the use of optimality criterion, aimed at minimizing the sum of squares of the number of stations forming collision domains, helps to ensure maximum performance mesh-network as a whole and each collision domain alone in solving the problem of distribution of non-overlapping frequency channels.

Keywords: mathematical model, mesh-network, distribution channels, optimality criterion, collision domain, the performance.